

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 10 月 23 日 (23.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/087848 A1

(51) 国際特許分類: G01P 21/00

(UMEDA, Akira) [JP/JP]; 〒166-0012 東京都 杉並区 和田 3-35-8-103 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04130

(22) 国際出願日: 2003 年 3 月 31 日 (31.03.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-097189 2002 年 3 月 29 日 (29.03.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒100-0013 東京都千代田区霞が関一丁目3番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 梅田 章

(74) 代理人: 福田 賢三, 外 (FUKUDA, Kenzo et al.); 〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目6番13号 柏屋ビル2F Tokyo (JP).

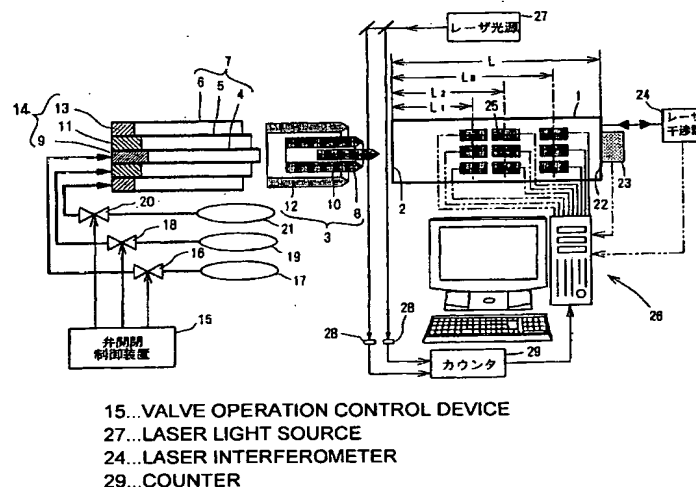
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[続葉有]

(54) Title: CALIBRATION EVALUATION METHOD AND DEVICE FOR ACCELERATION SENSOR

(54) 発明の名称: 加速度センサの校正評価方法及び装置



15... VALVE OPERATION CONTROL DEVICE
27... LASER LIGHT SOURCE
24... LASER INTERFEROMETER
29... COUNTER

(57) Abstract: With an acceleration sensor (22), to be calibration-evaluated, fixed to the end surface (22) of a metal rod (1), a plurality of missiles (3) are allowed to impinge to the other end surface (2) of the metal bar at a specified time interval to generate an elastic wave pulse in the metal bar. Dynamic displacement, velocity and acceleration generated in a direction perpendicular to the end surface during a process in which the generated elastic wave pulse reaches and is reflected off the acceleration sensor-fixed end surface, are measured by the acceleration sensor, and also measured and computed by a strain gage (25) pasted on the side surface of the metal rod or by a laser interferometer (24) to determine a corrected acceleration, and the corrected acceleration is compared with an output from the acceleration sensor to thereby calibration-evaluate the acceleration sensor.

[続葉有]



OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 金属棒(1)の端面(22)に校正評価を行う加速度センサ(22)を固定し、複数の飛翔体(3)を前記金属棒の他端面(2)に所定時間間隔をもって衝突させ、金属棒内部に弾性波パルスが発生させる。発生した弾性波パルスが前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度を加速度センサで計測すると共に、金属棒の側面に貼り付けた歪ゲージ(25)或いはレーザ干渉計(24)で計測、演算して補正した加速度を求め、前記補正した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより加速度センサの校正評価を行う。

明 細 書

加速度センサの校正評価方法及び装置

技術分野

本発明は、例えば車両衝突時の安全性検査のため、或いはロボット、輸送機器、原子力発電関連諸機器、船舶、宇宙航空機器等で発生する衝撃加速度を検出するための加速度センサを、正確且つ容易に評価するための、加速度センサの校正評価方法及びその方法を実施する装置に関する。

背景技術

加速度センサのうち、例えば車両衝突時の安全性検査のため、或いはロボット、輸送機器、原子力発電関連諸機器、船舶、宇宙航空機器等で発生する衝撃加速度を検出するために衝撃加速度センサが広く用いられている。このような衝撃加速度センサの校正評価を行うに際しては、従来は加速度センサを一軸振動台に設置し、振動台の運動をレーザ干渉計で測定する手法が最も信頼性の高い手法とみなされ、一次標準として用いられてきた。しかしながら、この評価装置では高加速度を発生することができず、また寄生横振動の影響が存在して不正確な評価とならざるを得ない。

また、このような衝撃加速度センサの校正評価を行う際に、衝撃加速度を発生させる装置が必要であり、そのため従来は、1本の発射管から金属製飛翔体を発射させて金属棒端面に衝突させ、この金属棒の他端面に加速度センサを取り付け、前記金属棒端面に衝突した飛翔体によって内部に発生した弾性波パルスが、加速度センサを取り付けた金属棒の他端面で反射する際に発生する衝撃加速度によって加速度センサの周波数特性を評価する手法が本出願人により提案されている(日本特許第1902031号、米国特許第5000030号)。

衝撃加速度を評価するための上記の手法では、単に一本の発射管から金属製飛翔体を発射させて金属棒に衝突させるのみであるので、産業上意味のある継続的な衝撃加速度を発生させることができず、特に発生時間を制御できないことから、発生させる衝撃加速度の継続時間が短か過ぎたり、周波数帯域が広すぎるという欠点があった。

したがって本発明は、衝撃加速度を検出する加速度センサの動的応答特性評価に際して、従来の振動台を用いた評価手法の前記問題点を解決し、更に、衝撃加速度波形、周波数帯域幅を自由に制御することが可能な加速度センサの校正評価方法及び装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明による加速度センサの校正評価方法は、金属棒側面に歪ゲージを貼ると共に端面に校正評価を行う加速度センサを固定し、複数の飛翔体を金属棒の他端面に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスが発生させ、前記金属棒の他端面で発生した弾性波パルスが前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度を前記加速度センサ及び歪ゲージの入力信号とし、前記いずれかの入力信号を前記加速度センサと歪ゲージとで計測し、前記歪ゲージの計測値を演算することにより加速度を求め、前記演算した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行うことから成る。

また、本発明に依る加速度センサの校正評価方法は、金属棒端面に校正評価を行う加速度センサを固定し、前記金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計を配置し、複数の飛翔体を金属棒の他端面に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスが発生させ、前記金属棒の他端面で発生した弾性波パルスが前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度を前記レーザ干渉計及び前記加速度センサの入力信号とし、前記いずれかの入力信号を前記加速度センサとレーザ干渉計とで計測し、前記レーザ干渉計の計測値を演算することにより加速度を求め、前記演算した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行うことから成る。

更に、本発明に依る加速度センサの校正評価方法は、金属棒側面に歪ゲージを貼ると共に端面に校正評価を行う加速度センサを固定し、前記金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計を配置し、複数の飛翔体を金属棒の他端面に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスが発生させ、前記金属棒の他端面で発生した弾性波パルスが前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生

する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度を前記歪ゲージ及び前記レーザ干渉計並びに前記加速度センサの入力信号とし、前記いずれかの入力信号を前記歪ゲージと前記加速度センサと前記レーザ干渉計とで計測し、前記歪ゲージの計測値を演算することにより加速度を求め、前記レーザ干渉計の計測値により前記歪ゲージの動特性に関する補正関数を用いて前記歪ゲージの演算により求めた加速度を補正し、前記補正した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行うことから成る。

上記加速度センサの校正評価方法において、前記歪ゲージの計測値の演算と共に、弾性波理論に基づいて前記歪ゲージ出力に誤差補正を行うことを含む。

また、上記加速度センサの校正評価方法において、前記加速度センサの校正評価は、加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能のいずれかの機能に関する、前記加速度センサのゲイン-周波数特性、位相-周波数特性、またはピーク感度のいずれかを測定することを含む。

また、上記加速度センサの校正評価方法において、前記歪ゲージを金属棒の側面に軸線方向に複数枚貼り、各歪ゲージの出力に対して、軸線方向の貼り付け位置の相違による位相の違いを波動伝播理論に基づいて一点での計測結果に変換することにより歪ゲージ信号のノイズを低減させる信号処理を行うことを含む。

また、本発明に依る加速度センサの校正評価装置は、端面に校正評価を行う加速度センサを固定した金属棒と、前記金属棒の側面に貼り付けた歪ゲージと、複数の飛翔体を前記金属棒の他端面に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスが発生させる飛翔体発射手段と、前記加速度センサ及び前記歪ゲージは、前記飛翔体の衝突により発生した弾性波パルスが、前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを入力信号として該信号を計測し、前記歪ゲージの計測値を演算することにより加速度を求め、前記演算した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行う信号記録・処理装置を備えたことから成る。

また、本発明に依る加速度センサの校正評価装置は、端面に校正評価を行う加速度センサを固定した金属棒と、前記金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計と、複数の飛翔体を前記金属棒の他端面に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部

に弾性波パルスが発生させる飛翔体発射手段と、前記加速度センサ及び前記レーザ干渉計は、前記飛翔体の衝突により発生した弾性波パルスが、前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを入力信号として該信号を計測するものであり、前記レーザ干渉計の計測値を演算することにより加速度を求め、前記演算した加速度と前記加速度センサの計測値とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行う信号増幅・記録・処理装置を備えたことから成る。

更に、本発明に依る加速度センサの校正評価装置は、端面に校正評価を行う加速度センサを固定した金属棒と、前記金属棒の側面に貼り付けた歪ゲージと、前記金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計と、複数の飛翔体を前記金属棒の他端面に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスが発生させる飛翔体発射手段と、前記加速度センサ及び前記歪ゲージ並びに前記加速度センサは、前記飛翔体の衝突により発生した弾性波パルスが、前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを入力信号として該信号を計測し、前記歪ゲージの計測値を演算することにより加速度を求め、前記レーザ干渉計の計測値により前記歪ゲージの動特性に関する補正関数を用いて前記歪ゲージの演算により求めた加速度を補正し、前記補正した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行う信号増幅・記録・処理装置を備えたことから成る。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記歪ゲージの計測値の演算と共に、弾性波理論に基づいて歪ゲージ出力に誤差補正を行う演算手段を備えたことを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記加速度センサの校正評価手段は、加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能のいずれかの機能に関する、加速度センサのゲイン-周波数特性、位相-周波数特性、またはピーク感度のいずれかを測定することを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記歪ゲージは、金属棒の側面に軸線方向に貼り付けた複数の歪ゲージから成り、各歪ゲージの出力に対して、軸線方向の貼り付け位置の相違による位相の違いを波動伝播理論に基づいて一点での計

測結果に変換し、該変換結果により歪ゲージ信号のノイズを低減させる信号処理を行うノイズ低減手段を備えたことを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記歪ゲージは、金属棒の側面に軸線方向に貼り付けた複数の歪ゲージと、金属棒の円周方向に配置して貼り付けた複数の歪ゲージとから成ることを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記複数の歪ゲージの出力に対して、軸線方向の貼り付け位置の相違による位相の違いを波動伝播理論に基づいて一点での計測結果に変換することにより歪ゲージ信号のノイズを低減させる信号処理手段を備えたことを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記飛翔体発射手段は、発射管の内部と外部に配した同心円状の複数の飛翔体を備えたことを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記発射管は同心円状の多重の発射管とし、中心の発射管内部と各発射管の間隙に同心円状の複数の飛翔体を備えたことから成るものを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記飛翔体発射手段は、複数の飛翔体を所定時間間隔で独立して発射させる発射装置を備えたものを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記発射管の表面に飛翔体との摩擦を低減する表面処理を施したものを含み、前記飛翔体は、先端に飛翔体本体と異なる材料の部材を設けるか、或るいは飛翔体本体を異種材料から成る積層構造とし、前記飛翔体が衝突する金属棒内部に発生する弾性波パルスの周波数帯域を調整することを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、弾性波伝播理論のスカラクの解析解によって端面に入射する弾性波パルスの歪みから、歪ゲージへの入力となる過渡歪み信号を求める際に、スカラクの解析解の少なくとも1次の項、または更に精度を上げるためにスカラクの解析解の高次の項までも用いることを含む。

また、前記加速度センサの校正評価装置において、前記金属棒は、丸棒であることを含み、その他端面に金属球を接触させ、飛翔体を該金属球に衝突させて、弾性波パルスを金属棒内部に発生させることを含む。

本発明は、上記のように、金属棒端面に加速度センサを固定し、金属棒側面に歪ゲージを貼るか、金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計を配置し、複数の飛翔体を金属棒の他端面に所定間隔で衝突させるように構成したので、従来の振動台を用いた加速度センサの校正よりも寄生横振動の影響は少なく、正確な校正が行える。

また、複数の飛翔体を所定間隔で金属棒他端面に衝突させるようにしたので、単発の衝突に比べ弾性波パルスの継続時間を長くすることにより対象とする加速度センサに最も適した周波数帯域で校正することができるので、より正確な結果が得られる。

図面の簡単な説明

第1図(a)は、本発明の加速度センサの校正評価装置の一実施例を示す構成図である。

第1図(b)は、第1図(a)の加速度センサの校正評価装置における3個の飛翔体の飛翔する状態の説明図である。

第2図は、本発明で発生する加速度パルス波形の一例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

第1図(a)は、本発明に依る加速度センサの校正評価装置の一実施例を示し、金属棒1の第1端面2に後述するような複数の飛翔体3を衝突させて衝撃を加え、内部に弾性波パルスを発生させるものであり、発射管、 n 個($n=1\cdots N$ 、最内側を1、最外側を N)、嵌合し、図示実施例では中心発射管4、中間発射管5、外側発射管6の3重の多重発射管7を用い、この多重発射管7から n ($n=1\cdots N$ 、最内側を1、最外側を N)個の多重の飛翔体3を所定時間間隔で発射させる。

図示実施例では中心発射管4の内部から略円筒状の第1飛翔体8を第1発射装置9により、また中心発射管4と中間発射管5との間の環状空間から環状の第2飛翔体10を第2発射装置11により、更に中間発射管5と外側発射管6との間の環状空間から環状の第3飛翔体12を第3発射装置13により各々独立して発射できるようにしている。第1図(b)は、第1、第2、第3飛翔体8、10、12の飛翔する状態の説明図である。この発射の状態はレーザ光源27からのレーザを金属棒1の前方において、2本間隔を設

けて照射し、このレーザ光を遮る状態を二個の受光素子28で検出し、その時間差をカウンタ29によって計測し、そのデータをパソコン26に入力して検出することができる。

発射装置14からの上記各飛翔体の発射に際しては、弁開閉制御装置15により第1弁16を解放し、第1高圧空気源17からの高圧空気を第1発射装置9に供給することにより、中心発射管4内の第1飛翔体8を金属棒1の第1端面2に向けて発射させる。第1飛翔体8が金属棒1の第1端面2に衝突すると、金属棒1内には第2図(a)に示すような波形の弾性波パルスが発生して金属棒1内を伝播し、端面では衝撃加速度が発生する。

また、弁開閉制御装置15により前記第1弁16の解放後の所定時間 $\alpha 1$ の後に第2弁18を解放し、第2高圧空気源19からの高圧空気を第2発射装置11に供給することにより、中心発射管4と中間発射管5との間に配置した環状の第2飛翔体10を金属棒1の第1端面2に向けて発射させる。第2飛翔体10が金属棒1の第1端面2に衝突すると、金属棒1内には第2図(b)に示すような弾性波パルスの波形が前記第1飛翔体8の衝突による波形の発生に対して $\alpha 1$ の時間遅れで発生し金属棒1内を伝播する。

同様に、弁開閉制御装置15により前記第1弁16の解放後の所定時間 $\alpha 2$ の後に第3弁20を解放し、第3高圧空気源21からの高圧空気を第3発射装置13に供給することにより、中間発射管5と外側発射管26との間に配置した環状の第3飛翔体12を金属棒1の第1端面2に向けて発射させる。第3飛翔体12が金属棒1の第1端面2に衝突すると、金属棒1内には第2図(c)に示すような弾性波パルスの波形が前記第1飛翔体8の衝突による波形の発生に対して $\alpha 2$ の時間遅れで発生し金属棒1内を伝播する。

このようにして金属棒1内に発生した各衝撃加速度の波形により、金属棒1内には第2図(d)の実線で示すような合成衝撃加速度の波形が生じることとなり、この波形が金属棒1の第2端面22に対して伝播する。このように、飛翔体を複数用い、各飛翔体の発射時期を任意に設定することにより、重ね合わせの原理により全体として所定の継続時間の衝撃加速度波形を発生することが可能となる。

なお、図示の実施例においては3重の発射管を用い、3個の飛翔体を用いた例を示したが、本発明は2個の飛翔体から更により多くのn個の飛翔体を、前記と同様の態様で使用することができる。これらの発射管4、5、6の各飛翔体8、10、12との接触面、

または各飛翔体の外周面には潤滑処理、或いは低摩擦係数化する表面処理層を設けることが好ましい。

個々の飛翔体の発射により金属棒1内部に発生する弾性波パルスの周波数帯域を狭くするために、飛翔体先端部に高分子材料、プラスチック、木材などを取り付けても良い。その際には、飛翔体本体部が金属、高分子材料、あるいはプラスチック、木材など異なる材料との積層構造をもつような多重飛翔体を用いても良い。

上記のような金属棒1の第1端面2において発生した弾性波パルスは、金属棒1内部を伝播してもう一方の第2端面22に到達して反射する。反射の過程で発生する端面に垂直な方向の衝撃加速度が、その端面に取り付けた校正対象である加速度センサ23への入力となる。また、衝撃加速度の精密な測定は歪ゲージ25、またはレーザ干渉計24により、更には必要に応じて両方を用いることにより測定し、加速度センサ23の計測値と比較を行う。

発生する衝撃加速度の検出に際して棒側面に貼り付けた歪ゲージ25を用いる際には、歪ゲージ25を単体で実施することができるが、金属棒の軸線方向に一系列に複数配置しても良く、この列を更に複数列配置しても良い。第1図に示す例においては第1端面2から1列に L_1 、 L_2 、 L_N ずつ離れてN個配置し、これを3列配置した例を示している。

複数個の歪ゲージを用いる際には、各ゲージの出力信号を演算装置としてのパソコン26に入れ、これを信号処理して代表位置でのゲージ出力の周波数特性を求め、予め求めておいた補正関数を用いてレーザ干渉計24で計測した結果と同等の結果が得られるようにする。なお、上記実施例においては、レーザ干渉計24と歪ゲージ25を用いた例を示しているが、いずれか片方のみでも本発明を実施することができる。

上記のような校正からなる加速度センサの校正評価装置を用い、実際に校正評価を行う際には、下記のような理論によって正確な校正評価を行うことができる。即ち、直径に比較して十分長い金属棒の端面に飛翔体を衝突させることにより衝撃を加えると金属棒の内部に弾性波パルスが発生して伝播するが、端面に到達し反射する過程で、縦波弾性波の伝播速度(C)、入射弾性波パルスの歪速度

【数1】

$$\dot{\varepsilon}(t)$$

の積の2倍の加速度

【数2】

$$a(t) = 2C\dot{\varepsilon}(t)$$

で棒端面は運動する。

多重発射管 $n(n=1\cdots N)$ の場合には、発射管 n によって発生する入射弾性波パルスの歪を ε_n とすると、弾性波には重ね合わせの原理が成立するので次式が成立する。なお、 \cdot は、時間に関する微分を表す。

【数3】

$$a(t) = 2C \sum_{n=1}^N \dot{\varepsilon}_n(t) \quad (1)$$

実際には、歪ゲージを丸棒端面と棒側面の境界に貼ることは不可能なので、丸棒の衝撃端面から、 $L_n(n=1\cdots N)$ だけ離れた位置に貼られていると仮定する。また、棒の軸方向の複数位置に貼り付けたゲージの代表位置を L_1 とする。この場合、各 $L_n(n=1\cdots N)$ の位置において、加速度センサを取り付けた端面への入射波と、反射波は分離して観察されなければならない。

さて、弾性波の伝播理論から衝撃端面から十分離れた丸棒断面での弾性波パルスの歪は平面波となるため、衝撃端面からの距離と時間(で飛翔体の衝突が始まるとする)で解析的に表すことが可能である。そこで、平面波としての丸棒内部の歪($\varepsilon(z,t)$)を次式で表すことにする。

【数4】

$$\varepsilon(z,t) = F(z,t) \quad (2)$$

但し、 $F(z,t)$ は次のように表される。(スカラク(Skalak)の解の一次項)

【数5】

$$F(z, t) = \varepsilon_t(t, z) - \varepsilon_t\left(t - \frac{2l_p}{C_p}, z\right) \quad (3)$$

但し、ここで、

t: 時刻

 l_p : 飛翔体の長さ C_p : 飛翔体の中の縦波弾性波の伝播速度 $\varepsilon_t(t, z)$: スカラクの解析解の一次項

【数6】

$$\varepsilon_t(t, z) = \frac{V_1}{\pi C_a} \left[\int_0^\infty \frac{\sin(\alpha_1 \eta + \eta^3/3)}{\eta} d\eta + \int_0^\infty \frac{\sin(\alpha_2 \eta + \eta^3/3)}{\eta} d\eta \right] \quad (4)$$

【数7】

$$\alpha_1 = \frac{Z - C_a t}{\left[\frac{3}{16} v^2 D_a^2 C_a t \right]^{\frac{1}{3}}} \quad (5)$$

【数8】

$$\alpha_2 = \frac{-Z - C_a t}{\left[\frac{3}{16} v^2 D_a^2 C_a t \right]^{\frac{1}{3}}} \quad (6)$$

ただしここで、

 V_1 : 飛翔体の衝突速度

t: 衝突後の経過時間

v: ポアソン比

 D_a : 金属棒の直径

z: 金属棒の軸方向の座標

次に、多数の歪ゲージを用いて感度と耐雑音性を上げるために、以下の手順を採用する。位置 L_n ($n=1\cdots N$) における複数個のゲージ出力の断面での平均値を、 $\varepsilon_{L_n}(t)$ ($t=0$ は衝突開始時間)とする。波動伝播に時間がかかり、位置 L_n ($n=1\cdots N$) における歪ゲージの出力信号は同相ではないので、以下の手順により(3)式を用いて代表位置 L_1 に貼ってあるゲージの出力と等価な出力に変換することができる。

【数9】

$$\varepsilon_n^e(t) = L^{-1} \left[L[\varepsilon_{L_n}(t)] \frac{L[F(L_1, t - \frac{(L_n - L_1)}{C})]}{L[F(L_n, t)]} \right] \quad (7)$$

($n=2\cdots N$)

ここで、

【数10】

$$\varepsilon_r(L_1, t)$$

は、ラプラス演算子、逆ラプラス演算子である。

したがって、代表位置における弾性波パルスの歪 $\varepsilon_r(L_1, t)$ は以下の式で表される。

【数11】

$$\varepsilon_r(L_1, t) = \varepsilon_{L_1}(L_1, t) + \sum_{n=2}^N \varepsilon_n^e(t) \quad (8)$$

複数の歪ゲージを用い出力信号の加算平均を計算することにより、ノイズの影響を減らし微小動的歪の計測すなわち低ピーク加速度の計測が可能になる。

上記、代表位置から加速度センサ取り付け端面までの弾性波パルスの伝播による弾性波動の分散、減衰などは考慮しない。そこで、複数個の歪ゲージの代表位置から加速度センサ取り付け端面までの距離は、 $L-L_1$ であるから、 $\varepsilon_r(L_1, t)$ を用いると加速度センサ取り付け端面に発生する加速度 $a(t)$ は次式で表される。

【数12】

$$a(t) = 2C\dot{\varepsilon}_r(L_1, t - \frac{L-L_1}{C}) \quad (9)$$

上記において、ゲージの周波数応答を無視する場合には、前記(9)式に示される加速度センサへの入力信号と加速度センサの出力信号($a_{out}(t)$)を周波数領域で比較すると、(10)式で示す加速度センサの周波数特性を求めることができる。

【数13】

$$\frac{L[a_{out}(t)]}{2Cj\omega L[\varepsilon_r(L_1, t - \frac{L-L_1}{C})]} \quad (10)$$

また、前記(9)式で求められた代表位置における歪ゲージ出力信号に対して(3)式を適用して加速度センサ取り付け端面に入射する弾性波パルスの歪

【数14】

$$\dot{\varepsilon}_{riT}(t)$$

を求める。そのためには、次式を用いる。

【数15】

$$\frac{L[\varepsilon_{riT}(t)]}{L[\varepsilon_r(t)]} = \frac{L[F(L, t)]}{L[F(L_1, t)]} \quad (11)$$

上記(11)式より端面の運動加速度が求まるので、次式にしたがって加速度センサの周波数応答が求まる。

【数16】

$$\frac{L[a_{out}(t)]}{2Cj\omega L[\varepsilon_{riT}(t)]} \quad (12)$$

また、レーザ干渉計を用いる際には、加速度センサを取り付けた棒端面の運動速度 ($v_{iL}(t)$) が測定でき、(13) 式より加速度センサの周波数応答は求められる。

【数17】

$$\frac{L[a_{out}(t)]}{L\left[\frac{dv_{iL}(t)}{dt}\right]} = \frac{2j\omega L[a_{out}(t)]}{L[v_{iL}(t)]} \quad (13)$$

また、レーザ干渉計で計測した棒端面の運動速度 ($v_L(t)$) と端面に入射する弾性波パルスの歪 ($\varepsilon_{iL}(t)$) との間には、次式が成立することを利用する。

【数18】

$$v_L(t) = 2C \varepsilon_{iL}(t) \quad (14)$$

上記(14)式から求められる入射弾性波パルスの歪 ($\varepsilon_{iL}(t)$) と代表位置における歪信号を周波数領域で比較して求められる(15)式の補正関数 ($G_{CL}(j\omega)$) を、(10) 式にかけることによって加速度センサの伝達関数が求められる。

【数19】

$$G_{CL}(j\omega) = \frac{L\left[\varepsilon_r(L_1, t - \frac{L-L_1}{C})\right]}{L[\varepsilon_{iL}(t)]} \quad (15)$$

なお、金属丸棒端面に金属球を接触させる形式で取り付け、その球に対して同心円状の多重の発射管から、発射タイミングを精密に制御した飛翔体を発射させて、棒内部に弾性波パルスが発生させると、より正確な加速度センサの校正評価をおこなうことができる。

産業上の利用可能性

本発明は上記のように金属棒端面に加速度センサを固定し、金属棒側面に、歪ゲージを貼るか、金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計を配置し、複数の飛翔体を金属棒の他端面に所定の時間間隔で衝突させるように構成したので、衝撃加速度発生において、衝撃加速度の周波数帯域を制御することが可能になる。飛翔体の単独

発射、特にアルミなどの金属だけで製作された飛翔体の単独発射の場合と比較すると、10倍以上弾性波パルスの継続時間を長くすることが可能になる。これにより、計測標準としての衝撃加速度の有用性が増加する。また、従来の振動台による加速度センサ校正可能領域と衝撃加速度による加速度センサ校正可能領域が重なりあう領域を広げることにも可能になる。

更に、加速度センサの評価においては、入射衝撃加速度の周波数成分に共振周波数を励起する成分がどの程度含まれるかで、加速度センサの構造によって周波数特性が異なることがありえるが、本発明によって加速度センサの周波数特性の入力加速度周波数帯域依存特性を明らかにすることが出来る。

また、本発明においては、振動台を用いた加速度センサの校正よりも寄生横振動の影響の少ない、したがって結果としては振動台を用いた加速度センサの校正よりも正確な加速度センサの校正が可能になる。一軸振動台の寄生横振動自体も周波数依存特性をもっているが、通常は無視されているが本来は考慮しなければならないものであり、本発明においてはこのような問題を生じることがない。

更に、個々の飛翔体を単独で発射して得られる衝撃加速度波形、ひずみ波形などのデータおよび、複数個の飛翔体発射のタイミングを制御して得られる衝撃加速度波形、ひずみ波形などのデータを、飛翔体の構造、飛翔体の形状、飛翔体の発射条件、複数個飛翔体相互の発射タイミングをパラメータにしてデータベース化することによって、衝撃加速度を柔軟に発生させることができる。

更に、衝撃加速度計測用の加速度センサにおいて、共振周波数との関連で、その周波数特性が不明確、かつ計測可能な周波数帯域や上限周波数が不明確な状態において、本発明によって加速度センサの周波数特性の入力加速度周波数帯域依存特性を明らかにすることが出来ることから、衝撃加速度のピーク値計測の信頼性が向上する。

また、歪ゲージを多数貼り付けたものにおいては、低衝撃加速度のピーク値の計測が可能になり、また、産業上広い応用分野が存在する周波数帯域での衝撃試験が可能になる。

また、加速度センサが取り付けられている金属棒を丸棒としたものは軸対象であるので、発生する発生する加速度は極めて高い直線性を持っている。

請 求 の 範 囲

1. 金属棒(1)側面に歪ゲージ(25)を貼ると共に端面(22)に校正評価を行う加速度センサ(23)を固定し、

複数の飛翔体(3)を金属棒の他端面(2)に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスが発生させ、

前記金属棒の他端面で発生した弾性波パルスが前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度を前記加速度センサ及び歪ゲージの入力信号とし、

前記いずれかの入力信号を前記加速度センサと歪ゲージとで計測し、

前記歪ゲージの計測値を演算することにより加速度を求め、

前記演算した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行うことを特徴とする加速度センサの校正評価方法。

2. 前記歪ゲージ(25)の計測値の演算と共に、弾性波理論に基づいて歪ゲージ出力に誤差補正を行うことを特徴とする請求の範囲第1項記載の加速度センサの校正評価方法。

3. 金属棒(1)端面(22)に校正評価を行う加速度センサ(23)を固定し、

前記金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計(24)を配置し、

複数の飛翔体(3)を金属棒の他端面(2)に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスが発生させ、

前記金属棒の他端面で発生した弾性波パルスが前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度を前記レーザ干渉計及び前記加速度センサの入力信号とし、

前記いずれかの入力信号を前記加速度センサとレーザ干渉計とで計測し、

前記レーザ干渉計の計測値を演算することにより加速度を求め、

前記演算した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行うことを特徴とする加速度センサの校正評価方法。

4. 金属棒(1)側面に歪ゲージ(25)を貼ると共に端面(22)に校正評価を行う加速度センサ(23)を固定し、

前記金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計(24)を配置し、
複数の飛翔体(3)を金属棒の他端面(2)に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒
内部に弾性波パルスを発生させ、

前記金属棒の他端面で発生した弾性波パルスが前記加速度センサを固定した端面
に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動変位、速度、加速度
を前記歪ゲージ及び前記レーザ干渉計並びに前記加速度センサの入力信号とし、

前記いずれかの入力信号を前記歪ゲージと前記加速度センサと前記レーザ干渉計
とで計測し、

前記歪ゲージの計測値を演算することにより加速度を求め、

前記レーザ干渉計の計測値により前記歪ゲージの動特性に関する補正関数を用い
て前記歪ゲージの演算により求めた加速度を補正し、

前記補正した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度セ
ンサの校正評価を行うことを特徴とする加速度センサの校正評価方法。

5. 前記歪ゲージ(25)の計測値の演算と共に、弾性波理論に基づいて前記歪ゲー
ジ出力に誤差補正を行うことを特徴とする請求の範囲第4項記載の加速度センサの校
正評価方法。

6. 前記加速度センサ(23)の校正評価は、加速度センサの動変位検出機能、速
度検出機能、加速度検出機能のいずれかの機能に関する、前記加速度センサのゲイ
ン-周波数特性、位相-周波数特性、またはピーク感度のいずれかを測定することを特
徴とする請求の範囲第1項乃至第5項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正
評価方法。

7. 前記歪ゲージ(25)を金属棒(1)の側面に軸線方向に複数枚貼り、

各歪ゲージの出力に対して、軸線方向の貼り付け位置の相違による位相の違いを波
動伝播理論に基づいて一点での計測結果に変換することにより歪ゲージ信号のノイズ
を低減させる信号処理を行うことを特徴とする請求の範囲第1項、第2項、第4項、第5
項、第6項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正評価方法。

8. 端面(22)に校正評価を行う加速度センサ(23)を固定した金属棒(1)と、

前記金属棒の側面に貼り付けられた歪ゲージ(25)と、

複数の飛翔体(3)を前記金属棒の他端面(2)に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスを発生させる飛翔体発射手段(14)と、

前記加速度センサ及び前記歪ゲージは、前記飛翔体の衝突により発生した弾性波パルスが、前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを入力信号として該信号を計測し、

前記歪ゲージの計測値を演算することにより加速度を求め、前記演算した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行う信号記録・処理装置(26)を備えたことを特徴とする加速度センサの校正評価装置。

9. 前記歪ゲージ(25)の計測値の演算と共に、弾性波理論に基づいて歪ゲージ出力に誤差補正を行う演算手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第8項記載の加速度センサの校正評価装置。

10. 端面(22)に校正評価を行う加速度センサ(23)を固定した金属棒(1)と、

前記金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計(24)と、

複数の飛翔体(3)を前記金属棒の他端面(2)に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスを発生させる飛翔体発射手段(14)と、

前記加速度センサ及び前記レーザ干渉計は、前記飛翔体の衝突により発生した弾性波パルスが、前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを入力信号として該信号を計測し、

前記レーザ干渉計の計測値を演算することにより加速度を求め、前記演算した加速度と前記加速度センサの計測値とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行う信号増幅・記録・処理装置(26)を備えたことを特徴とする加速度センサの校正評価装置。

11. 端面(22)に校正評価を行う加速度センサ(23)を固定した金属棒(1)と、

前記金属棒の側面に貼り付けられた歪ゲージ(25)と、

前記金属棒端面にレーザ光を照射するレーザ干渉計(24)と、

複数の飛翔体(3)を前記金属棒の他端面(2)に所定時間間隔をもって衝突させて金属棒内部に弾性波パルスを発生させる飛翔体発射手段(14)と、

前記加速度センサ及び前記歪ゲージ並びに前記加速度センサは、前記飛翔体の衝突により発生した弾性波パルスが、前記加速度センサを固定した端面に到達し反射する過程で発生する前記端面に垂直な方向の動的変位、速度、加速度のいずれかを入力信号として該信号を計測し、

前記歪ゲージの計測値を演算することにより加速度を求め、前記レーザ干渉計の計測値により前記歪ゲージの動特性に関する補正関数を用いて前記歪ゲージの演算により求めた加速度を補正し、前記補正した加速度と前記加速度センサの出力とを比較することにより該加速度センサの校正評価を行う信号増幅・記録・処理装置(26)を備えたことを特徴とする加速度センサの校正評価装置。

12. 前記歪ゲージ(25)への計測値の演算と共に、弾性波理論に基づいて歪ゲージ出力に誤差補正を行う演算手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第8項記載の加速度センサの校正評価装置。

13. 前記加速度センサの校正評価手段(26)は、加速度センサの動的変位検出機能、速度検出機能、加速度検出機能のいずれかの機能に関する、加速度センサのゲイン-周波数特性、位相-周波数特性、またはピーク感度のいずれかを測定することを特徴とする請求の範囲第8項乃至第12項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正評価装置。

14. 前記歪ゲージ(25)は、金属棒の側面に軸線方向に貼られた複数の歪ゲージから成り、

各歪ゲージの出力に対して、軸線方向の貼り付け位置の相違による位相の違いを波動伝播理論に基づいて一点での計測結果に変換し、該変換結果により歪ゲージ信号のノイズを低減させる信号処理を行うノイズ低減手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第8項、第9項、第11項、第12項、第13項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正評価方法。

15. 前記歪ゲージ(25)は、金属棒の側面に軸線方向に貼られた複数の歪ゲージと円周方向に配置して貼られた複数の歪ゲージとから成ることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の加速度センサの校正評価装置。

16. 前記複数の歪ゲージ(25)の出力に対して、軸線方向の貼り付け位置の相違による位相の違いを波動伝播理論に基づいて一点での計測結果に変換することにより歪

ゲージ信号のノイズを低減させる信号処理手段を備えたことを特徴とする請求の範囲第15項に記載の加速度センサの校正評価装置。

17. 前記飛翔体発射手段(14)は、発射管(7)の内部と外部に配した同心円状の複数の飛翔体を備えたことを特徴とする請求の範囲第8項乃至第16項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正評価装置。

18. 前記発射管(7)は同心円状の多重の発射管とし、

中心の発射管内部と各発射管の間隙に同心円状の複数の飛翔体(8、10、12)を備えたことを特徴とする請求の範囲第17項に記載の加速度センサの校正評価装置。

19. 前記飛翔体発射手段(14)は、複数の飛翔体を所定時間間隔で独立して発射させる発射制御装置を備えたことを特徴とする請求の範囲第17項に記載の加速度センサの校正評価装置。

20. 前記発射管(7)の表面に飛翔体との摩擦を低減する表面処理を施したことを特徴とする請求の範囲第17項に記載の加速度センサの校正評価装置。

21. 前記金属棒(1)は丸棒であることを特徴とする請求の範囲第8項乃至第21項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正評価装置。

22. 前記飛翔体(3)は、先端に飛翔体本体と異なる材料の部材を設けるか、或るいは飛翔体本体を異種材料からなる積層構造とし、前記飛翔体が衝突する金属棒内部に発生する弾性波パルスの周波数帯域を調整することを特徴とする請求の範囲第8項乃至第21項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正評価装置。

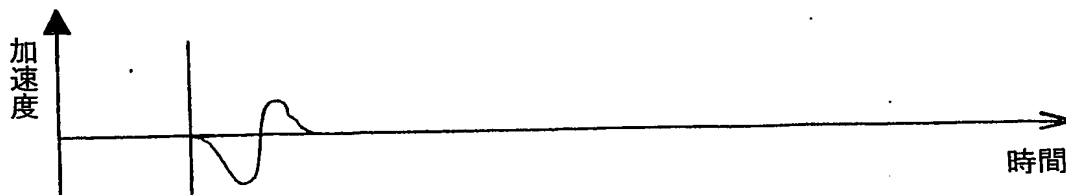
23. 弾性波伝播理論のスカラクの解析解によって端面に入射する弾性波パルスの歪みから、歪ゲージへの入力となる過渡歪み信号を求める際に、スカラクの解析解の少なくとも1次の項、または更に精度を上げるためにスカラクの解析解の高次の項までも用いることを特徴とする請求の範囲第8項乃至第22項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正評価装置。

24. 前記金属棒(1)の他端面に金属球を接触させ、飛翔体を該金属球に衝突させることを特徴とする請求の範囲第8項乃至第23項のいずれか一項に記載の加速度センサの校正評価装置。

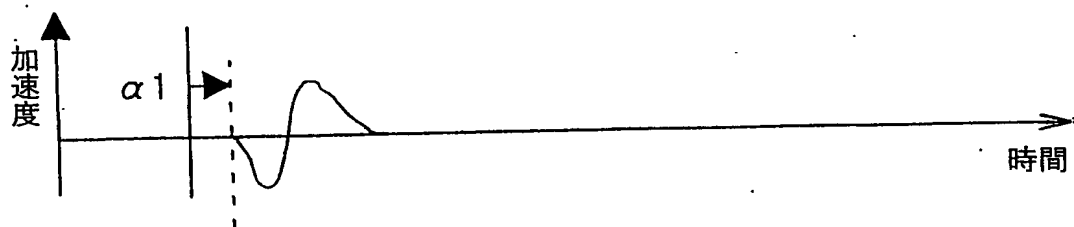
2 / 2

第2図

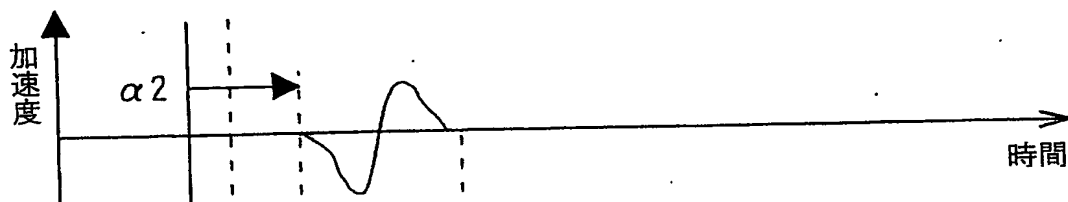
(a) 第1飛翔体のみで発生する歪ゲージにより計測された衝撃加速度



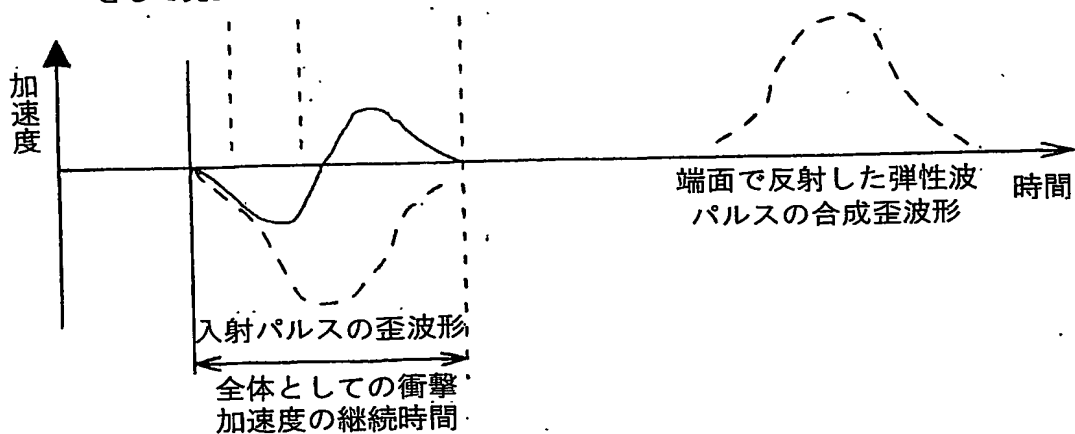
(b) 第2飛翔体のみで発生する歪ゲージにより計測された衝撃加速度



(c) 第3飛翔体のみで発生する歪ゲージにより計測された衝撃加速度



(d) 飛翔体の発射タイミングを制御して重ね合わせにより全体として発生する歪ゲージにより計測された衝撃加速度



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01P21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01P21/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5000030 A (Agency of Industrial Science & Technology; Ministry of International trade & Industry), 19 March, 1991 (19.03.91), Full text; all drawings	1, 2, 6, 8, 9, 12, 13, 21, 23
A	Full text; all drawings & JP 3-67175 A & CH 683949 A & DK 76690 A	3-5, 7, 10, 11, 14-20, 22, 24
Y	JP 5-273232 A (Toshiba Corp.), 22 October, 1993 (22.10.93), Par. Nos. [0027] to [0030]; all drawings	1, 2, 6, 8, 9, 12, 13, 21, 23
A	Full text; all drawings (Family: none)	3-5, 7, 10, 11, 14-20, 22, 24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search
17 June, 2003 (17.06.03)

Date of mailing of the international search report
01 July, 2003 (01.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04130

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-109165 U (NEC Corp.), 08 November, 1991 (08.11.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01P 21/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01P 21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 5000030 A(Agency of Industrial Science & Technology; Ministry of International trade & Industry), 1991. 03. 19 全文、全図	1, 2, 6, 8, 9, 12, 13, 21, 23
A	全文、全図 & JP 3-67175 A & CH 683949 A & DK 76690 A	3-5, 7, 10, 11, 14-20, 22, 24

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 06. 03

国際調査報告の発送日

01.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北川 創



2F

9804

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 5-273232 A(株式会社東芝), 1993. 10. 22 段落番号【0027】－【0030】、全図	1, 2, 6, 8, 9, 12, 13, 21, 23
A	全文、全図 (ファミリーなし)	3-5, 7, 10, 11, 14-20, 22, 24
A	JP 3-109165 U(日本電気株式会社), 1991. 11. 08 全文、全図 (ファミリーなし)	1-24